小型水力発電機：初めての据え付け報告

（この物語は 1998 年夏後半に実際に行なわれた工事を描写したものです。水力発電を始めて行なわれる方々に参考になる報告書です）

登場者：　筆者, *ボブ*：発電機メーカーの製造責任者；現場工事は今回始めて
*ポール：*メーカーの据え付け担当者：経験豊富
バレリエ嬢：お客様
メーカーはカナダ、お客様はアメリカ、北カロライナ州。

ボブは水力発電機の製造責任者ですが、今回始めてポールと同行し現場に赴任することになりました。会社では理論と現実のギャップがボブにどう影響するのか心配する声も聞こえました。

1998 年夏も終わりの頃、一本の電話がボブに入りました。アメリカ、北カロライナ州、ブラックマウンテンにあるエコロジー共同体（団体の村）のバレリエさんで、彼女の目的は共同体での水力発電の可能性を聞いてきました。この話を契機に毎日の出来事とは異なった勉強が始まりました。私の仕事場はカナダのニューブルンスウイックの近代的な作業場で、全ての行動は意のままに行なえます。従ってこの環境には心から満足し感謝してきました。今回は自然が相手の環境になる訳です。

発電場所の調査

通常電話で引き合いがなされた場合、場所の状況調査がまず先で、私の作業場から最適なシステム計画をまずその情報から構築するのが常です。お客様の経験や、知識の豊かさ等で状況把握程度は異なり、短時間にシステム設計は不可能ですが、基本を抑える事により、ある程度のシステムの設計が可能です。

1. 発電でどの程度の電力が必要と期待されますか？
2. この期待発電量に対し現場での自然ネルギー量の情報は？　（期待発電量を生み出せる正確な発電機構を設計する為のヘッド圧と水量の数値）
3. 発電場所から電気使用場所までの正確な距離：この距離により電線の損失を計算し必要な電圧とアンペアを計算し、太い電線が必要なのかそれともトランスが必要なのか等を考える事が出来ます。
4. 供給水管の太さと距離は？：最適な太さの水管の選定は非常に大切で管内での抵抗を最低に抑え水の力を最大の効率でタービンに与える事が必要です。水の配管での軋轢抵抗は悲惨な結果を与えるのです。

必要期待電力

このお客様の場合特にこれだけ必要とおっしゃる数値は提示されませんでした。話は、***発電された量で結構です***、でした。現在は数枚の太陽光パネルで必要個所の電源を確保されています。この計画の発端は、同じ太陽光を他の棟にも取り付け（太陽光の有効性は一日 6 時間との経験から）個別の発電機構を分散使用と思っていたのですが、投資価格の問題と、
大型インバーター(TRACE5548 [注1])が既に働いており、このインバーターから各棟に配電する、中央制御が望ましいと考えたそうです。もし個別発電としますと、4 箇所に発電パネル、個々の蓄電池群、個々にインバーターが必要になり、将来の保守を考えても、投資額から考えても、一ヶ所での発電の方が有利と考えられたそうです。水力はその上 24 時間働いてくれますので

効率が非常に高いと理解しておられます。

水の有効性調査

電話の話では、高低差（ヘッド圧）は約 15 メーターで、流量は 19 ﾘｯﾀｰ/秒であり、それは水量として十分と考えられます。この情報から発電量に変換する公式は：

H(ヘッド圧, meter 単位)　x　流量（L/s）　x　5

=1400W となり蓄電池充電用に十分と考えられました。発電機の表から回転数を求めると 1300rpm が可能となっています。我々の発電機は 1000rpm=520-550W が実際得られる電力となります。この場所では発電は可能であると判断し、実現可能と回答しました。

送電距離

送電距離は無視できる状況でした。発電機場所の隣が蓄電池小屋です。この事により発電機から蓄電池への使用電線は 10 ゲージ[注2]で可能と判断できます。多くの場合発電場所から使用場所まで相当距離があり、高圧で送電せざるを得ない場合や、電圧低下防止の為太い電線使用が必要とされる場合があるからです。今回は運に恵まれましたが、オームの法則に従って距離から使用電線の抵抗ロスを計算する表を参照する事が多いのです。

送水管

送水管は既に設置したとの情報です。直径 10cm ポリエチレンチユーブ、距離 300 メーターです。ヘッド圧、流量、使用パイプの口径から、パイプ内部の軋轢抵抗値を参考にし、実際の有効エネルギーを知ることが可能です。使用ノズル 22mm とし、流量 400 ﾘｯﾀｰ/分当たりでのロス量は 3 ﾒｰﾀｰとなっています。従って実際の有効ヘッド圧は 12 ﾒｰﾀｰと予測できます。

この様に、まず発電場所の環境調査は期待発電量の予想に非常に大切と言える例です。

荷造り

ここからいよいよ据え付け工事の手順に入ります。多くの場合据え付け技術者は非常に困難な状況に陥りやすいのです。

どの工具が必要か？
果してこの工具類で完成？
忘れているものは、余分な物は？

この状況の意味は完全なマニュアルはありえないと言いたいのです。従って充分に考え不測の事態に対処できる柔軟性を取り入れる事が必要です。（実際如何に工夫しても現場で 2-3 点不足するものですが）ですから、前もって工事現場近くの工具店や配管工事関係会社の住所や電話番号を調べて持参するのも必要なことです。1 人で全てが完成するとは考えず、他の人の協力を得られる状況が、不足品を入手できる秘訣です。

私は、ポールの協力で、以下の道具類を荷造りしました。
ソケット、レンチの完全セット、安心の出来る電流電圧テスター、パイプレンチ、配管テープ類、セメント、（使用する工具備品、発電機類全ての取扱説明書）、スクリュードライバー類、

電線被覆剥離道具類、その他色々な小物類。細かな表まで示せませんが不足してうろたえるより、余分な物を持ってきたと笑えるほうが幸せです。

工事場所で

更なる前確認を行い、工事に支障は無いと判断した時点で現地に向かいました。この村は 35 人程度の集まりで美しいアパラチアン山脈の一角に集落を作っていました。自然の中で自然を利用して生活する集団で、多くの物は麦わら、木から作られ、ターポリンテントも見受けられます。私たちには美しい木造小屋がホテル代わりに与えられ、デッキからは眼下に小川が見渡せられる最適な場所です。ひとまず先方の案内で、森に分け入り、状況の再確認を行ないました。

彼らは私たちの到着前に既に水管を配管しその先に発電機設置場所を用意していました。
驚いた事に、発電機の設置場所は、既に専用の小屋が建てられ、そこに必要な電気関係を収納し、セメントブロックで仕切った別の部屋に蓄電池を設置し、全体は外観からボートに見え、意味は、洪水時、水に埋没せず、浮いてくれるので、と説明を受けました。この小屋の構造も驚きでしたが、現物を見ずに用意した基礎セメント工事に対し間違いの指摘も行ないました。多くの場合現物なしで工事を行なった場合、予想のつかない間違いが発生するものです。この場合、発電機用の基礎寸法は小さめでそれ以上にボルトの位置が正確ではありませんでした。泣く泣くハンマーをお借りし、セメントを取り壊し、再度 2 時間かけ正しい基礎の製作を行ないました。この小屋もまだ、未完成部分があり、工事は平行して行なわれています。

この不完全さの意味を整理しますと 2 項目の重要な教訓が浮かび上がります。最初は、貴方がその場所に行き着くまで実際どうなっているか予想がつかないものです。従って到着したら目を皿の様にし、状況把握を行い建設的考えで改良が必要なら行ないます。前向きに取り組んでください。次の点は、今行なおうとしている事は数十万円の投資であり、その上前調査費もかかり、出来上がった後は数十年安心して働いて欲しい訳ですから、この貴重な投資に見合う最高クラスの環境を与えるべきです（現場の工事に使用する資材の選定、安全管理の為の資材等等）

水管工事

水管は発電機の傍まで配管されていましたが、そこから発電機の接続には少々時間のかかる領域となります。時には必要な小物が無い事に気付き、町の専門店を探す破目になりました。この領域は経験が必要とされます。

10cm 直径の水管に Y 型の分岐パイプ（5cm 直径二個に分かれる）を取り付けます。この先に 38mm のアダプターを取り付け、柔軟に折曲がるパイプでノズルにつなぎます。ノズルに繋ぐには出きる限り緩やかな円を描き、内部抵抗を少なくする必要があります。柔軟ホースのおかげで、緩やかなカーブを描き水の抵抗を少なくする事が出来ました。配管抵抗を少なくする事は少量の水でも発電可能にする秘訣です。

電気配線

いよいよ電気配線です。まずインバーター接続、C40 [注3]コントローラー接続、ダミー[注3]接続を行ないます。私の経験からこの工事は初めてでしたが、これら電気機器メーカーの表示方法

でミス無く接続する事が出来ました。16 個の蓄電池が 48V 仕様に接続されました。発生ガスの為に換気の設備が伴った蓄電池専用室に設置されます。全ての結線が完了しました。再度間違いが無いか最初から再検討が始まります。この目視検査は絶対必要です。もし何かおかしいと思った場合、その通り間違いがあります。検査時の直感は素直に間違いを指摘しています。

発電開始

発電機に水を与える元バルブを開けたとき、過回転の状況に気付きました。この状況は負荷が無い状態で回転する訳です。これは非常に危険な状態で直ちに水の供給を停止しました。負荷の無い状態で発電機が回転した場合の危険は電圧が急激に上昇し破壊に繋がります。原因を調べますと、ブレーカーが飛んだ状態で負荷への結線が遮断されています。ブレーカーを元に戻し再度水の元栓を開けました。又過回転の状態です。停止後調査しますと、その次のブレーカーが飛んでいました。全てのブレーカーを再点検し、3 回目のトライアルに入ります。水の元栓が開かれ、今回は幸せにも発電機は負荷のおかげで発電を開始し、電流計の針が上昇し始めました。この時点で私は完成を確信し、信用を傷つけていない事を感じました。ダミーロードの有効利用の展開への結論を彼らの内部で検討するとの事と、蓄電池には更なる充電時間が必要との事と、また得られた電力を村でどのように配分するかについての更なる検討がこの時点で残されました、が、全て、ユーザー側の検討議題となりました。

最終発電量確認の結果、満足すべき発電量が確認されました。48V 蓄電池への入力電圧 50V で 12A が供給されています。従って 600W 発電と確認されました。

以上が今回の据え付けの一連の報告です。発電機が据え付けられた事実とともに（それはこの村に長年に渡る電源を供給するのですが）それ以上に村自体が自然からエネルギーを得られる事実が重要なのです。自然エネルギーを利用できる事実はこの村の方向が正しいことを示唆し、彼らの生活向上にこの小さな発電機が役立つ事実は、地球の未来を示しているかも知れません、また今後参加される方々による人口増加に必要なエネルギー供給が問題ないことも実証されました。この小さな発電機を後は増やすだけで、たいした設備が必要ないからです。

以上

注意説明

注１：名前から判断すると５KW （DC48－220VAC）インバーターと考えられます。Trace のホームページが見出せないので、名前から判断しました。

注２：１０G＝約 3mm 直径

注３：蓄電池が過充電にならないよう、一定電圧に達した時点で負荷抵抗を起動し
充電電気を分岐する目的。水力では過充電が起こりやすい。

注４：ダミー＝負荷抵抗

2003 Nov by T,Asano